

Continental Aktiengesellschaft**Beschreibung****5 Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug, die folgende Bestandteile enthält:

- 10 – einen Kompressor
- einen Druckluftspeicher, der mit Luft aus der Atmosphäre befüllbar und der in die Atmosphäre entleerbar ist,
- mindestens eine Luftfeder, wobei die Luftfeder über den Kompressor mit dem Druckluftspeicher derart in Verbindung steht, dass Druckluft aus der Luftfeder in den
- 15 Druckluftspeicher und in die umgekehrte Richtung überführbar ist
- wobei die Regelung derart erfolgt, dass sich die Luftmenge innerhalb bestimmter Grenzen befindet.

Ein derartiges Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein

20 Kraftfahrzeug ist aus der DE 101 22 567 C1 bekannt. Bei dem aus dieser Druckschrift bekannten Verfahren erfolgt die Regelung der Luftmenge innerhalb bestimmter Grenzen eines Luftmengenintervalls, das so gewählt werden kann, dass die Luftmenge auch bei Temperaturschwankungen im Laufe eines längeren Zeitraumes innerhalb des Luftmengenintervalles liegt. Hierbei wird die untere Grenze des Luftmengenintervalls für

25 eine niedrige Umgebungstemperatur (dies entspricht einer niedrigen Luftmenge) und die obere Grenze des Luftmengenintervalls für eine hohe Umgebungstemperatur (dies entspricht einer hohen Luftmenge) vorgegeben. Beispielsweise kann für die Niveauregelanlage eines Kraftfahrzeuges ein Luftmengenintervall vorgegeben werden, das einen Temperaturbereich von 15° C +/- 20°C (d. h., das Luftmengenintervall reicht von –

30 5° C bis 35° C) abdeckt. Geht man davon aus, dass sich das Kraftfahrzeug in einer mittleren Umgebungstemperatur von 15° C bewegt, so verlässt die in der

Niveauregelanlage befindliche Luftmenge auch bei größeren Temperaturschwankungen von +/- 20° C das vorgegebene Luftmengenintervall nicht. Eine Nachregelung der Luftmenge aufgrund von Temperaturschwankungen der Umgebungstemperatur ist somit bei dem aus der DE 101 22 567 C1 bekannten Verfahren nicht notwendig.

5

Es ist somit festzustellen, dass aus der DE 101 60 972 C1 ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug bekannt ist, dass einen geringen Regelbedarf erfordert und somit zur Schonung und Langzeithaltbarkeit aller Komponenten (insbesondere des Kompressors) der Niveauregelanlage beiträgt. Es ist jedoch festzustellen, dass es bei dem aus dieser Druckschrift bekannten Verfahren aufgrund der Größe des vorgegebenen Luftmengenintervalls dazu kommen kann, dass die von den Fahrzeugherstellern spezifizierten Regelgeschwindigkeiten nicht eingehalten werden können. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn sich die Luftmenge in der Niveauregelanlage in Nähe der unteren oder der oberen Grenze des Luftmengenintervalls befindet. Wenn sich die Luftmenge in der Nähe der unteren Grenze des Luftmengenintervalls befindet, kann das Kraftfahrzeug aus einem niedrigen Niveau nicht schnell genug angehoben werden, da sich eine zu geringe Luftmenge in der Niveauregelanlage befindet. Falls sich hingegen die Luftmenge in der Niveauregelanlage in der Nähe der oberen Grenze des Luftmengenintervalls befindet, kann das Kraftfahrzeug aus einem hohen Niveau nicht schnell genug abgesenkt werden, da sich zuviel Luftmenge in der Niveauregelanlage befindet, die nicht genügend schnell in den Druckluftspeicher bzw. in die Atmosphäre überführt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, das einerseits eine hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage ermöglicht und andererseits nicht zu häufigen Regelungen in der Niveauregelanlage führt.

Gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass

30

- zwei Luftmengenintervalle vorgegeben sind, wobei das erste Luftmengenintervall innerhalb des zweiten Luftmengenintervalles liegt und das erste Luftmengenintervall eine erste Obergrenze und eine erste Untergrenze und das zweite Luftmengenintervall eine zweite Obergrenze und eine zweite Untergrenze hat und
- 5 – in jedem Fall eine Regelung der Luftmenge in das zweite Luftmengenintervall hinein erfolgt, wenn die Luftmenge vor der Regelung außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt, und
- unter bestimmten Voraussetzungen eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein vorgenommen wird, wenn die Luftmenge vor der Regelung
- 10 außerhalb des ersten Luftmengenintervalls und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt.

Der Grundgedanke der Erfindung ist darin zu sehen, dass ein erstes schmales Luftmengenintervall vorgegeben wird, das vollständig innerhalb eines zweiten breiten

15 Luftmengenintervalls liegt. Das erste Luftmengenintervall deckt einen schmalen Temperaturbereich ab und wird vorzugsweise so gewählt, dass die Niveauregelanlage in diesem Luftmengenintervall sämtlichen Anforderungen an die Regelgeschwindigkeit genügt. Eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein wird nur unter bestimmten vorgegebenen Voraussetzungen vorgenommen, die anzeigen, dass eine

20 hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage gewünscht ist. Dies ist im Betrieb des Kraftfahrzeuges der Fall. Solange das Kraftfahrzeug in Betrieb ist, erfolgt eine Regelung der Luftmenge in der Niveauregelanlage derart, dass (nachdem die Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hineingeregelt wurde) die Luftmenge immer im ersten Intervall bleibt. Damit ist während des Betriebes des Kraftfahrzeuges eine hohe Regelgeschwindigkeit

25 gewährleistet. Das zweite Luftmengenintervall wird vorzugsweise so gewählt, dass es einen großen Temperaturbereich abdeckt.

Mit der Erfindung wird der Vorteil erreicht, dass in der Niveauregelanlage nur wenige Regelungen der Luftmenge notwendig sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das

30 zweite Luftmengenintervall sehr breit gewählt wird und die Luftmenge in der Niveauregelanlage somit nur selten außerhalb dieses Luftmengenintervalls liegt. Mit der

Erfindung wird ferner der Vorteil erzielt, dass gleichzeitig eine hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage gewährleistet ist, wenn dies gewünscht ist. In diesem Fall wird eine Regelung innerhalb des ersten schmalen Luftfederintervalls vorgenommen.

5 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 wird für den Fall, dass die Luftmenge außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt, eine Regelung derart vorgenommen, dass die Luftmenge nach der Regelung

- zwischen der zweiten Untergrenze und der ersten Untergrenze liegt, wenn die Luftmenge vor der Regelung unterhalb der zweiten Untergrenze gelegen hat, und
- 10 – zwischen der zweiten Obergrenze und der ersten Obergrenze liegt, wenn die Luftmenge vor der Regelung oberhalb der zweiten Obergrenze gelegen hat.

Mit der Weiterbildung wird der Vorteil erreicht, dass nur eine geringe Luftmenge in die Niveauregelanlage aufgefüllt bzw. aus dieser abgelassen werden muss, wenn die Luftmenge in der Niveauregelanlage außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls liegt.

15 Somit sind nur kurze Kompressorlaufzeiten nötig, was der Lebensdauer des Kompressor zugute kommt.

Eine Weiterbildung der Erfindung gemäß Anspruch 3 ist dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge außerhalb des ersten Luftmengenintervalls und innerhalb des zweiten

20 Luftmengenintervalls liegt, eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein unter der Voraussetzung vorgenommen wird, dass das Kraftfahrzeug zuvor in Betrieb genommen wurde. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass eine Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges einfach erkannt werden kann (z. B. daran, dass der Motor läuft) und dass der Betrieb des Kraftfahrzeuges auf einfache Art und Weise die

25 Notwendigkeit einer hohen Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage anzeigt. Solange das Kraftfahrzeug sich im Betrieb befindet, wird die Luftmenge in der Niveauregelanlage derart geregelt, dass sie sich immer innerhalb des ersten schmalen Luftmengenintervalls befindet, so dass während des gesamten Betriebes des Kraftfahrzeuges eine hohe Regelgeschwindigkeit gewährleistet ist. Erst wenn das Kraftfahrzeug abgestellt wird, lässt

30 die Regelung der Niveauregelanlage zu, dass die Luftmenge außerhalb des ersten

Luftmengenintervalls liegt. Eine Regelung der Luftmenge wird erst dann wieder vorgenommen, wenn die Luftmenge das zweite Luftmengenintervall verlässt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 wird eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen, dass nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein erst dann vorgenommen wird, wenn sich die Temperatur der Luftmenge in der Niveauregelanlage an die

Umgebungstemperatur, in der das Kraftfahrzeug betrieben wird, angepasst hat. Durch dieses Vorgehen können unnötige Regelungen innerhalb der Niveauregelanlage vermieden werden. Ein weiterer Vorteil der Weiterbildung ist darin zu sehen, dass ausschließlich eine einfache Zeitmessung durchgeführt zu werden braucht. Eine zusätzliche Messung der Luftmenge während der Zeitspanne ist nicht notwendig.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 werden nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges Messungen der Luftmenge vorgenommen und eine Regelung der Luftmenge in das erste Luftmengenintervall hinein wird unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen, dass sich die gemessene Luftmenge stabilisiert hat. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass eine Regelung der Luftmengen in das erste Luftmengenintervall erst dann erfolgt, wenn durch Messungen sichergestellt ist, dass sich die gemessene Luftmenge stabilisiert hat.

Eine Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 ist dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge unterhalb der zweiten Untergrenze liegt und sich das Niveau des Kraftfahrzeuges unterhalb eines sicheren Niveaus befindet, zunächst das Kraftfahrzeug in ein sicheres Niveau angehoben wird und danach eine Regelung der Luftmenge derart erfolgt, dass die Luftmenge nach der Regelung über der zweiten Untergrenze liegt. Mit dieser Weiterbildung wird also erreicht, dass eine Regelung des Kraftfahrzeuges in ein sicheres Niveau Vorrang vor der Regelung der Luftmenge in der Niveauregelanlage hat. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass das Kraftfahrzeug möglichst schnell in ein

sicheres Niveau überführt wird. Bei dem sicheren Niveau, auf das das Kraftfahrzeug angehoben wird, kann es sich beispielsweise um ein vorgegebenes Tiefniveau handeln, in dem das Kraftfahrzeug eine ausreichende Bodenfreiheit hat und somit eine Beschädigung des Unterbodens des Kraftfahrzeuges weitgehend ausgeschlossen ist.

5

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 wird zur Anhebung des Kraftfahrzeuges in ein sicheres Niveau zunächst die in dem Druckluftspeicher vorhandene Druckluft genutzt und, falls diese zur Anhebung in das sichere Niveau nicht ausreicht, wird zur weiteren Anhebung des Kraftfahrzeuges Druckluft aus der Atmosphäre in Luftfedern der Niveauregelanlage angesaugt. Durch die Weiterbildung wird erreicht, dass nur mit dem Kompressor ein niedriger Druckluftanteil von der Atmosphäre in die Niveauregelanlage überführt werden muss. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass der Kompressor nur über einen kurzen Zeitraum die große Druckdifferenz zwischen dem Atmosphärendruck und dem Druck in der Niveauregelanlage überwinden muss und somit eine hohe Kompressorbelastung minimiert wird.

10

15

Gemäß Anspruch 8 wird für den Fall, dass Druckluft aus der Atmosphäre in die Niveauregelanlage überführt wird, wie folgt vorgegangen:

- die Luftmenge L_1 in der Niveauregelanlage wird bestimmt
- es wird Druckluft aus der Atmosphäre direkt in mindestens eine der Luftfedern (2a,..., 2d) überführt
- danach wird die Luftmenge L_2 in der Niveauregelanlage bestimmt
- die Differenzluftmenge $\Delta L = L_1 - L_2$ wird bestimmt
- anhand der Differenzluftmenge ΔL wird eine Spülluftmenge bestimmt,
- die Spülluftmenge wird aus der Atmosphäre über einen Lufttrockner (5) in den Druckluftspeicher (4) überführt,
- eine der Spülluftmenge entsprechende Luftmenge wird aus dem Druckluftspeicher über den Lufttrockner (5) in die Atmosphäre abgelassen.

20

25

Bei dieser Weiterbildung wird die Druckluft aus der Atmosphäre direkt –d.h. ohne vorher über einen Lufttrockner geführt zu werden- in die Luftfedern überführt. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass es nicht zu einem Druckverlust der Druckluft aus der Atmosphäre in

30

dem Lufttrockner kommt. Es ist jedoch festzustellen, dass bei der Überführung von Druckluft aus der Atmosphäre direkt in die Luftfedern Feuchtigkeit in die Niveauregelanlage eingebracht wird, da die direkt eingeführte Druckluft nicht getrocknet wird. Damit wird die Luftmenge in der Niveauregelanlage insgesamt feuchter. Um dies auszugleichen, wird eine Spülluftmenge über den Lufttrockner in die Niveauregelanlage überführt. Die Spülluftmenge gelangt also als getrocknete Luft in die Niveauregelanlage, so dass durch Vermischung der Luftmengen die gesamte Luftmenge in der Niveauregelanlage wieder trockener wird. Die Spülluftmenge wird hierbei so bemessen, dass sich nach Überführen dieser in die Niveauregelanlage die gewünschte Feuchtigkeit der gesamten Luftmenge in der Niveauregelanlage einstellt. Eine der Spülluftmenge entsprechende Luftmenge wird später über den Lufttrockner wieder in die Atmosphäre abgelassen. Hierdurch wird der Lufttrockner regeneriert und steht für neue Trocknungsvorgänge zur Verfügung.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 9 wird die Spülluftmenge einmalig oder in mehreren Zyklen in den Druckluftspeicher überführt. Ein einmaliges Überführen hat den Vorteil, dass in einem kurzen Zeitraum die gesamte Spülluftmenge in der Niveauregelanlage ist. Ein zyklisches Überführen hat den Vorteil, dass der Kompressor in diesem Fall nur kurze Zeitintervalle zu laufen braucht, so dass einer starken Kompressorerwärmung sicher vorgebeugt ist.

Nach Anspruch 10 wird für den Fall, dass Druckluft aus der Atmosphäre in die Niveauregelanlage überführt wird, wie folgt vorgegangen:

- die Luftmenge L_1 in der Niveauregelanlage wird bestimmt
- es wird Druckluft aus der Atmosphäre über einen Lufttrockner in die Niveauregelanlage überführt
- danach wird die Luftmenge L_2 in der Niveauregelanlage bestimmt
- die Differenzluftmenge $\Delta L = L_1 - L_2$ wird bestimmt
- anhand der Differenzluftmenge ΔL wird eine Regenerationsluftmenge bestimmt, die notwendig ist, um den Lufttrockner zu regenerieren

- zumindest die Regenerationsluftmenge wird aus der Atmosphäre über den Lufttrockner in die Niveauregelanlage überführt und zur Regeneration des Lufttrockners über den Lufttrockner wieder in die Atmosphäre abgelassen.

Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass der Lufttrockner nach einem

- 5 Auffüllen der Niveauregelanlage mit Druckluft aus der Atmosphäre sofort regeneriert wird und wieder für weitere Trocknungsvorgänge zur Verfügung steht. Die Weiterbildung macht sich zunutze, dass die zur Regeneration eines Lufttrockners benötigte Regenerationsluftmenge wesentlich kleiner ist als die zuvor zugeführte Luftmenge ΔL . Das Auffüllen der Regenerationsluftmenge kann in einem einzigen Auffüllvorgang erfolgen. In
- 10 diesem Fall wird die Regenerationsluftmenge vorzugsweise sofort in einem einzigen Ablassvorgang über den Lufttrockner in die Atmosphäre abgelassen. Es ist ebenfalls möglich, die Regenerationsluftmenge in mehreren Schritten getaktet aufzufüllen und abzulassen.

- 15 Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 11 wird (falls die Luftmenge L in der Niveauregelanlage unter der zweiten Untergrenze U_2 liegt) zusätzlich zur Spülluftmenge oder Regenerationsluftmenge eine Luftmenge L_z über den Lufttrockner in den Druckluftspeicher überführt, die so bemessen ist, dass nach Überführen dieser Luftmenge L_z die Luftmenge L in der Niveauregelanlage über der zweiten Untergrenze U_2
- 20 liegt. Vorzugsweise wird die Luftmenge L_z so bemessen, dass nach Überführen dieser Luftmenge L_z die Luftmenge L in der Niveauregelanlage über der ersten Untergrenze U_1 liegt. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass die zusätzliche Luftmenge L_z getrocknet wird, bevor sie in die Niveauregelanlage kommt.

- 25 Eine Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 12 ist dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge oberhalb der zweiten Obergrenze liegt und sich das Niveau des Kraftfahrzeuges oberhalb eines sicheren Niveaus befindet, Druckluft aus den Luftfedern gleichzeitig in den Druckluftspeicher der Niveauregelanlage und in die Atmosphäre abgelassen wird. Durch diese Weiterbildung wird der Vorteil erreicht, dass ein schnelles
- 30 Absenken des Kraftfahrzeuges in ein vorgegebenes sicheres Niveau möglich ist. Dies ist insbesondere bei stark motorisierten Geländewagen notwendig, da diese mit einer extrem

großen Bodenfreiheit im Gelände und unmittelbar danach evtl. mit hoher Geschwindigkeit auf einer normalen Straße bewegt werden können. Weist der Geländewagen auf der normalen Straße immer noch die große Bodenfreiheit auf, so kann es bei hohen Geschwindigkeiten (in Kurven) zu einem Umkippen des Geländewagens kommen.

5

Anspruch 13 betrifft ein Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage, dass dadurch gekennzeichnet ist, dass solange Druckluft aus den Luftfedern (2a,...,2d) abgelassen wird, bis sich das Kraftfahrzeug in einem sicheren Niveau befindet.

10

Ein Ausführungsbeispiel und weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusammenhang mit den nachfolgenden Figuren erläutert, darin zeigt:

Fig. 1 eine geschlossene Niveauregelanlage in schematischer Darstellung

Fig. 2 ein Diagramm

15

Fig. 3 ein Diagramm

Fig. 4 ein Diagramm

Fig. 5 eine geschlossene Niveauregelanlage in schematischer Darstellung.

20 Figur 1 zeigt eine geschlossene Niveauregelanlage in schematischer Darstellung, die Luftfedern 2a bis 2d, einen Druckluftspeicher 4, einen Lufttrockner 5, einen Kompressor 6 mit einem Eingang 8 und einem Ausgang 10, steuerbare Wegeventile 14, 18 24a bis 24d und 34, einen Drucksensor 30 und eine Steuereinheit 36 aufweist. Mit Hilfe des Kompressors 6 ist Druckluft aus dem Druckluftspeicher 4 über die Wegeventile 14, 18 und
25 24a bis 24d in jede der Luftfedern 2a bis 2d überführbar, wenn der Aufbau des Kraftfahrzeuges angehoben werden soll. Darüber hinaus ist mit Hilfe des Kompressors 6 aus jeder der Luftfedern 2a bis 2d über die Wegeventile 24a bis 24d, 14 und 18 Druckluft in den Druckluftspeicher 4 überführbar, wenn der Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges gesenkt und dazu Druckluft aus den Luftfedern 2a bis 2d abgelassen werden soll. Ferner
30 kann mit Hilfe des Kompressors 6 über das Wegeventil 34, den Lufttrockner 5 und das Wegeventil 18 Druckluft aus der Atmosphäre in den Druckluftspeicher 4 überführt werden,

um die Luftmenge in der Niveauregelanlage zu erhöhen. Darüber hinaus kann aus dem Druckluftspeicher 4 über das Wegeventil 14, den Lufttrockner 5 und das Wegeventil 34 Druckluft aus dem Druckluftspeicher 4 in die Atmosphäre abgelassen werden, um eine zu hohe Luftmenge in der Niveauregelanlage zu reduzieren.

5

Darüber hinaus kann mit Hilfe des Kompressors 6 über das Wegeventil 34, den Lufttrockner 5, die Wegeventile 18 und 24a bis 24d Druckluft aus der Atmosphäre in jede einzelne der Luftfedern 2a bis 2d überführt werden, wenn der Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges mit Hilfe von Druckluft aus der Atmosphäre angehoben werden soll.

10

Ferner kann aus den Luftfedern 2a bis 2d über die Wegeventile 24a bis 24d, 14, den Lufttrockner 5 und das Wegeventil 34 Druckluft aus jeder der Luftfedern 2a bis 2d in die Atmosphäre abgelassen werden, wenn der Fahrzeugaufbau des Kraftfahrzeuges abgesenkt und dazu Druckluft in die Atmosphäre abgeführt werden soll.

15

Des Weiteren kann mit Hilfe des Drucksensors 30 der Druck sowohl in dem Druckluftspeicher 4 als auch in den einzelnen Luftfedern 2a bis 2d gemessen werden. Wie die einzelnen Funktionen realisiert werden und in welchen Schaltzuständen sich die steuerbaren Wegeventile 14, 18, 24a bis 24d und 34 befinden, soll hier nicht näher ausgeführt werden, da es an sich bekannt, und beispielsweise in der DE 199 59 556 C1 ausführlich beschrieben ist. Sämtliche Funktionen werden von der Steuereinheit 36
20 veranlasst, die dazu die steuerbaren Wegeventile 14, 18, 24a bis 24d und 34 ansteuert, so dass diese in die notwendigen Schaltzustände übergehen.

Neben den oben genannten Funktionen kann die Luftmenge L in der Niveauregelanlage
25 bestimmt werden, wobei sich gezeigt hat, dass eine ausreichend genaue Bestimmung möglich ist, wenn die Luftmenge in dem Druckluftspeicher 4 und in den Luftfedern 2a bis 2d bestimmt wird, da die Luftmenge in den Druckluftleitungen zu vernachlässigen ist. Die Luftmenge L berechnet sich wie folgt:

$$L = p_1 V_1 + p_2 V_2 + p_3 V_3 + p_4 V_4 + p_s V_s.$$

30

Mit p_1 bis p_4 : Druck in den Luftfedern 2a bis 2d;

V_1 bis V_4 : Volumen der Luftfedern 2a bis 2d;

p_s : Druck im Druckluftspeicher 4;

V_s : Volumen des Druckluftspeichers 4.

- 5 Die Bestimmung der Luftmenge L in einer geschlossenen Niveauregelanlage ist an sich bekannt und z. B. ausführlich in der DE 101 22 567 C1 beschrieben. Der Gleichung für die Bestimmung der Luftmenge L ist zu entnehmen, dass die Luftmenge L von der Temperatur abhängig ist (da die einzelnen Summanden pV gemäß dem idealen Gasgesetz von der Temperatur abhängig sind). Ein Ansteigen der Temperatur bedeutet ein Ansteigen der
10 Luftmenge und ein Absinken der Temperatur bedeutet ein Absinken der Luftmenge.

Wenn über den Lufttrockner 5 Druckluft aus der Niveauregelanlage in die Atmosphäre abgelassen wird, wird dieser regeneriert. Die Regeneration des Lufttrockners 5 wird vorgenommen, wenn zuvor Druckluft aus Atmosphäre in die Niveauregelanlage überführt
15 wurde, da sich hierdurch die Feuchtigkeit im Lufttrockner erhöht. Im Folgenden wird erläutert, wie die Regeneration im Einzelnen vorgenommen wird: Zunächst wird vor dem Auffüllen der Niveauregelanlage mit Druckluft die Luftmenge L_1 in der Niveauregelanlage bestimmt. Danach wird Druckluft aus der Atmosphäre über den Lufttrockner 5 in die Niveauregelanlage überführt. Wenn genügend Druckluft in die Niveauregelanlage
20 überführt worden ist, wird die Luftmenge L_2 in der Niveauregelanlage bestimmt. Danach wird die Differenzluftmenge $\Delta L = L_1 - L_2$ bestimmt und anhand der Differenzluftmenge ΔL wird eine Regenerationsluftmenge bestimmt, die notwendig ist, um den Lufttrockner 5 zu regenerieren (in die Bestimmung der Regenerationsluftmenge kann zusätzlich eine Information über den Lufttrockner 5
25 einfließen). In einem weiteren Schritt wird zumindest die Regenerationsluftmenge aus der Atmosphäre über den Lufttrockner 5 in die Niveauregelanlage überführt und danach zur Regeneration des Lufttrockners 5 über den Lufttrockner wieder in die Atmosphäre abgelassen. Ein derartiges Vorgehen hat u.a. den Vorteil, dass aus der Atmosphäre einerseits die Luftmenge in die Niveauregelanlage überführt wird, die dort unabhängig von
30 der Regeneration des Lufttrockners 5 notwendig ist (da für die Regeneration eine

zusätzliche Luftmenge aus der Atmosphäre einerseits in die Niveauregelanlage überführt wird) und andererseits der Lufttrockner 5 regeneriert wird.

Im Zusammenhang mit den Figuren 2 bis 4 wird im Folgenden erläutert, wie die
5 Luftmenge L in der Niveauregelanlage mit Hilfe der Steuereinheit 36 (s. Figur 1) im einzelnen geregelt wird.

Der Figur 2 ist ein erstes Luftmengenintervall I_1 zu entnehmen mit einer ersten
Untergrenze U_1 und einer ersten Obergrenze O_1 (Luftmengenintervall $I_1 = (U_1; O_1)$). Der
10 Figur 2 ist ferner ein zweites Luftmengenintervall I_2 mit einer zweiten Untergrenze U_2 und
einer zweiten Obergrenze O_2 zu entnehmen (Luftmengenintervall $I_2 = (U_2; O_2)$). Das erste
Luftmengenintervall I_1 liegt vollständig innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 ,
d. h. $O_1 < O_2$ und $U_1 > U_2$. Die beiden Luftmengenintervalle I_1 und I_2 sind in der
Steuereinheit 36 (s. Figur 1) gespeichert. Wenn sich die Luftmenge in dem ersten schmalen
15 Luftmengenintervall befindet, ist eine hohe Regelgeschwindigkeit (sowohl beim Absenken
als auch beim Anheben) der Niveauregelanlage möglich. I_1 deckt Schwankungen der
Luftmenge in einem kleinen Temperaturintervall und I_2 deckt Schwankungen der
Luftmenge in einem großen Temperaturintervall ab.

20 Die Regelung der Luftmenge L in der Niveauregelanlage wird durch die Steuereinheit 36
wie folgt vorgenommen: Angenommen, die aktuell bestimmte Luftmenge L in der
Niveauregelanlage liegt unterhalb der Untergrenze U_2 des Luftmengenintervalls I_2 , wie es
durch den Punkt 38 angedeutet ist. In diesem Fall wird durch die Steuereinheit 36 eine
Erhöhung der Luftmenge veranlasst, und zwar solange, bis die aktuelle Luftmenge L
25 innerhalb des Luftmengenintervalls I_2 liegt. Vorzugsweise wird eine Regelung derart
vorgenommen, dass nach der Regelung die Luftmenge L in der Niveauregelanlage
zwischen U_1 und U_2 liegt, so wie es durch den Punkt 40 angedeutet ist (der Regelvorgang
ist durch den Pfeil 42 angedeutet). Eine Vergrößerung der Luftmenge erfolgt bei dieser
Regelung dadurch, dass der Kompressor 6 über die Wegeventile 34 und 18 der
30 Druckluftspeicher 4 aus der Atmosphäre befüllt wird (s. Figur 1). Durch die Befüllung des

Druckluftspeichers 4 wird sichergestellt, dass das Kraftfahrzeug nicht unerwünscht angehoben wird, da keine Druckluft in die Luftfedern 2a – 2d überführt wird.

Es ist ebenfalls möglich, dass die aktuelle Luftmenge L in der Niveauregelanlage oberhalb der Obergrenze O_2 des Luftmengenintervalls I_2 liegt, wie es durch den Punkt 44 angedeutet ist. In diesem Fall wird durch die Steuereinheit 36 veranlasst, dass die Luftmenge L solange reduziert wird, bis die aktuelle Luftmenge L innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 liegt. Vorzugsweise wird hierbei die Luftmenge L solange reduziert, bis die aktuelle Luftmenge L zwischen O_1 und O_2 liegt, wie es durch den Punkt 46 angedeutet ist (der Regelvorgang ist durch den Pfeil 48 angedeutet). Die Reduzierung der Luftmenge L wird durch die Steuereinheit 36 veranlasst und führt dazu, dass aus dem Druckluftspeicher 4 über die Wegeventile 14 und 34 Druckluft in die Atmosphäre abgelassen wird (s. Figur 1). Durch das Ablassen von Druckluft aus dem Druckluftspeicher 4 wird sichergestellt, dass sich bei einer Reduzierung der Luftmenge L in der Niveauregelanlage das Niveau des Fahrzeugaufbaus des Kraftfahrzeuges nicht verändert, da keine Druckluft aus den Luftfedern 2a bis 2d abgelassen wird.

Die durch die Pfeile 42 und 48 angedeuteten Regelvorgänge, bei denen vor der Regelung die aktuelle Luftmenge L außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 gelegen hat, werden in jedem Fall und zu jeder Zeit (d. h. unabhängig vom Betriebsstand des Kraftfahrzeuges; die Regelvorgänge werden also sowohl vorgenommen, wenn sich das Kraftfahrzeug außer Betrieb befindet (was z. B. daran erkannt werden kann, dass der Motor nicht läuft), als auch im Betrieb des Kraftfahrzeuges) vorgenommen, wenn eine entsprechende Luftmenge L festgestellt wird.

Demgegenüber findet eine Regelung der Luftmenge L ausschließlich unter bestimmten Voraussetzungen statt, wenn die Luftmenge vor der Regelung außerhalb des ersten Luftmengenintervalls I_1 und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 liegt. Wenn die Voraussetzungen nicht erfüllt sind, findet eine Regelung nicht statt. Dies wird im Folgenden erläutert: Angenommen, vor der Regelung wird eine aktuelle Luftmenge L festgestellt, die unterhalb der Untergrenze U_1 des Luftmengenintervalls I_1 und oberhalb der

Untergrenze U_2 des Luftmengenintervalls I_2 liegt, wie es durch den Punkt 50 angedeutet ist. In diesem Fall wird unter bestimmten Voraussetzungen eine Regelung der Luftmenge L in das erste Luftmengenintervall I_1 hinein vorgenommen, wie es durch den Punkt 52 angedeutet ist (der Regelvorgang ist durch den Pfeil 54 angedeutet). Vorzugsweise wird die Luftmenge L hierbei solange erhöht, bis die aktuelle Luftmenge L in der Niveauregelanlage in der Mitte (angedeutet durch die strichlinierte Linie) des Luftmengenintervalls I_1 liegt. Hierdurch wird der Vorteil erreicht, dass nach der Regelung der Luftmenge L diese die größtmögliche Schwankungsbreite hat, ohne dass das Luftmengenintervall I_1 verlassen wird. Somit ist eine weitere Nachregelung nur selten erforderlich. Die Erhöhung der Luftmenge L in der Niveauregelanlage erfolgt genauso, wie es bereits oben im Zusammenhang mit dem Regelvorgang vom Punkt 38 zum Punkt 40 erläutert worden ist.

Es ist ebenfalls möglich, dass die aktuelle Luftmenge L oberhalb der Obergrenze O_1 und unterhalb der Obergrenze O_2 liegt, so wie es durch den Punkt 56 angedeutet ist. In diesem Fall wird, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind, die aktuelle Luftmenge L in der Niveauregelanlage solange reduziert bis diese in dem Luftmengenintervall I_1 liegt, wie es durch den Punkt 58 angedeutet ist (der dazugehörigen Regelvorgang ist durch den Pfeil 60 angedeutet). Auch in diesem Fall wird vorzugsweise soviel Druckluft aus der Niveauregelanlage abgelassen, bis die aktuelle Luftmenge L in der Niveauregelanlage in der Mitte des Luftmengenintervalls I_1 liegt, um den oben genannten Vorteil zu erzielen. Das Ablassen der Druckluft aus der Niveauregelanlage erfolgt genauso, wie es im Zusammenhang mit dem Regelvorgang vom Punkt 44 zum Punkt 46 bereits erläutert worden ist (s. oben).

Die Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit die Steuereinheit 36 (s. Figur 1), die durch die Pfeile 54 und 60 angedeuteten Regelungen in das Intervall I_1 hinein veranlasst, können unterschiedlich und z. B. wie folgt gewählt und in der Steuereinheit 36 festgelegt werden:

- Eine erste Voraussetzung kann darin bestehen, dass das Kraftfahrzeug, in dem sich die Niveauregelanlage befindet, in Betrieb genommen wird.

- Eine zweite alternative Voraussetzung kann darin bestehen, dass sich das Kraftfahrzeug nach der Inbetriebnahme bereits eine bestimmte zeitlang im Betrieb befindet.
- Eine dritte alternative Voraussetzung kann darin bestehen, dass sich das Kraftfahrzeug
5 im Betrieb befindet und Messungen der Luftmenge L der Niveauregelanlage ergeben haben, dass sich die aktuelle Luftmenge L stabilisiert hat.

Die Aufzählung ist beispielhaft, weitere alternative Voraussetzungen sind denkbar.

Nachdem unter Vorliegen der festgelegten Voraussetzung in das erste Luftmengenintervall I_1 hinein geregelt wurde, erfolgt eine Regelung der Luftmenge, solange das Kraftfahrzeug
10 im Betrieb ist, derart, dass die Luftmenge während des Betriebes im ersten Luftmengenintervall I_1 bleibt. Erst wenn durch die Steuereinheit 36 festgestellt wird, dass sich das Kraftfahrzeug nicht mehr im Betrieb befindet, wird von der Steuereinheit 36 zugelassen, dass die Luftmenge L das Luftmengenintervall I_1 verlässt.

15 Figur 3 zeigt ein Diagramm mit zwei Luftmengenintervallen I_1 und I_2 , die sich grundsätzlich genauso zueinander verhalten, wie die im Zusammenhang mit der Figur 2 erläuterten Luftmengenintervalle. Die Luftmengenintervalle I_1 und I_2 sind in der Steuereinheit 36 (s. Figur 1) gespeichert. Bei dem Diagramm gemäß Figur 3 wird davon ausgegangen, dass sich das Kraftfahrzeug, in dem die Niveauregelanlage eingebaut ist,
20 hauptsächlich in einer Umgebungstemperatur gefahren wird, die im Durchschnitt ca. 15°C beträgt (z. B. im Sommer in Westeuropa). Das Luftmengenintervall I_1 wird nun so festgelegt, dass die Luftmenge L bei 15°C in der Mitte dieses Luftmengenintervalls liegt. Darüber hinaus soll die Untergrenze U_1 des Luftmengenintervalls I_1 durch die Luftmenge L definiert werden, die aus der Luftmenge L bei 15°C hervorgeht, wenn sich die Temperatur
25 um 20°C auf -5°C erniedrigt. Die Obergrenze O_1 des Luftmengenintervalls I_1 soll durch eine Luftmenge L definiert sein, die aus der Luftmenge L bei 15°C hervorgeht, wenn sich die Temperatur um 20°C auf 35°C erhöht. Das Luftmengenintervall I_1 deckt somit Luftmengenschwankungen in einem Temperaturbereich von -5°C bis 35°C ab. Das Luftmengenintervall I_2 wird so gewählt, dass es Luftmengenschwankungen in einem
30 Temperaturbereich von -20°C an der Untergrenze U_2 von I_2 bis 50°C an der Obergrenze O_2 abdeckt.

Wenn sich die Luftmenge L in dem Luftmengenintervall I_1 befindet, weist die Niveauregelanlage eine hohe Regelgeschwindigkeit auf, d. h., der Aufbau des Kraftfahrzeuges kann sowohl schnell angehoben als auch abgesenkt werden. Falls sich die Luftmenge L außerhalb der I_1 befindet, findet eine Regelung in das Luftmengenintervall I_1 hinein statt, wenn die festgelegte Voraussetzung (s. o.) erfüllt ist. Solange das Kraftfahrzeug in Betrieb ist, erfolgt eine Regelung der Luftmenge L derart, dass (nachdem die Luftmenge in I_1 hineingeregelt wurde) die Luftmenge in I_1 bleibt. Damit ist während des Betriebes des Kraftfahrzeuges eine hohe Regelgeschwindigkeit gewährleistet.

Beispiel:

(Bei dem Beispiel wird davon ausgegangen, dass in der Steuereinheit die erste Voraussetzung festgelegt ist, die darin besteht, dass das Kraftfahrzeug in Betrieb genommen wird.)

Wenn das Kraftfahrzeug an einem heißen Sommertag auf einem Parkplatz abgestellt wird, heizt es sich stark auf und es kann dazu kommen, dass die Lufttemperatur in der Niveauregelanlage über 35°C ansteigt und somit die aktuelle Luftmenge in der Niveauregelanlage oberhalb der Obergrenze O_1 liegt. Solange die aktuelle Luftmenge im Stillstand des Kraftfahrzeuges zwischen O_1 und O_2 liegt, erfolgt keine Regelung der Luftmenge. Liegt die Luftmenge jedoch oberhalb von O_2 (steigt die Temperatur also über 50°C), wird durch die Steuereinheit 36 (s. Figur 1) der Niveauregelanlage eine Regelung derart vorgenommen, dass im Stillstand des Kraftfahrzeuges nach der Regelung die Luftmenge wieder zwischen O_1 und O_2 liegt (entsprechende Regelungen werden vorgenommen, wenn die aktuelle Luftmenge L unter U_1 absinkt, die Lufttemperatur also unter -5°C sinkt). Wird das Kraftfahrzeug in Betrieb genommen, wird die Luftmenge L in das Luftmengenintervall I_1 hineingeregelt und dort solange durch eventuelle Nachregelungen gehalten, wie das Kraftfahrzeug in Betrieb ist.

Die Figur 4 zeigt ebenfalls ein Diagramm mit zwei Luftmengenintervallen I_1 und I_2 , bei dem davon ausgegangen wird, dass das Kraftfahrzeug, in das die Niveauregelanlage eingebaut ist, hauptsächlich bei einer Durchschnittstemperatur von -10°C in Betrieb ist

(z. B. im Winter in Skandinavien). Das Luftmengenintervall I_1 deckt Luftmengenschwankungen in einem Temperaturbereich von -20°C bis 0°C und das Luftmengenintervall I_2 deckt einen Temperaturbereich von -40°C bis 20°C ab. Auch hier ist im Luftmengenintervall I_1 eine hohe Regelgeschwindigkeit der Niveauregelanlage gewährleistet. Die Regelung der Niveauregelanlage erfolgt auch hier analog zu den Regelungen, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 erläutert worden sind, mit dem einzigen Unterschied, dass andere Temperaturgrenzen bei der Regelung berücksichtigt werden.

- 10 Figur 5 zeigt eine Niveauregelanlage in schematischer Darstellung, die weitestgehend der in der Figur 1 gezeigten Niveauregelanlage entspricht, so dass im Folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen werden soll. Ein Unterschied ist darin zu sehen, dass die Niveauregelanlage gemäß Figur 5 anstelle des in der Figur 1 gezeigten steuerbaren Wegeventils 34 ein Rückschlagventil 62 aufweist. Das Rückschlagventil 62 ist so
15 orientiert, dass es zur Atmosphäre hin sperrt. Über das Rückschlagventil 62 kann mit Hilfe des Kompressors 6 Druckluft aus der Atmosphäre in den Druckluftspeicher 4 überführt werden. Dazu werden von der Steuereinheit 36 zunächst die steuerbaren Wegeventile 14 und 18 angesteuert, so dass diese von dem in der Figur 5 gezeigten Schaltzustand jeweils in den anderen Schaltzustand übergehen. Danach wird von der Steuereinheit 36 der
20 Kompressor 6 angesteuert, so dass dieser beginnt zu laufen. Durch den Unterdruck, der in dem Kompressor 6 entsteht, öffnet sich das Rückschlagventil 62, so dass über das Rückschlagventil 62, den Kompressor 6, das Wegeventil 18 und einen Lufttrockner 5, der zwischen dem Wegeventil 18 und den Druckluftspeicher 4, Druckluft in den Druckluftspeicher 4 überführt wird. Hierbei wird die überführte Druckluft in dem
25 Lufttrockner 5 getrocknet, so dass sie getrocknet in den Druckluftspeicher 4 gelangt.

Über das Rückschlagventil 62 kann ebenfalls Druckluft aus der Atmosphäre über den Kompressor 6 direkt in eine oder mehrere der Luftfedern 2a bis 2d überführt werden, um das Niveau des Kraftfahrzeuges anzuheben. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn
30 die Luftmenge L in der Niveauregelanlage unterhalb der zweiten Untergrenze U_2 liegt und sich das Niveau des Kraftfahrzeuges unterhalb eines sicheren Niveaus befindet. In diesem

Fall wird das Kraftfahrzeug zunächst in ein sicheres Niveau angehoben und danach wird eine Regelung der Luftmenge L derart vorgenommen, dass die Luftmenge L nach der Regelung wieder zumindest über der zweiten Untergrenze U_2 liegt (vorzugsweise wird eine Regelung der Luftmenge L derart vorgenommen, dass die Luftmenge L nach der
5 Regelung wieder über der ersten Untergrenze U_1 liegt). Hierbei wird zur Anhebung des Kraftfahrzeuges in das sichere Niveau zunächst die in dem Druckluftspeicher 4 befindliche Druckluft genutzt (dies erfolgt so, wie es bereits im Zusammenhang mit der Figur 1 erläutert worden ist). Falls die in dem Druckluftspeicher 4 befindliche Druckluft zur
10 Anhebung des Kraftfahrzeuges in ein sicheres Niveau nicht ausreicht, wird zur weiteren Anhebung des Kraftfahrzeuges Druckluft aus der Atmosphäre angesaugt. Dies geschieht wie folgt: Wenn die in dem Druckluftspeicher 4 vorhandene Druckluft erschöpft ist und der Kompressor 6 weiterhin Druckluft ansaugt, so entsteht in dem Kompressor 6 ein Unterdruck, aufgrund dessen sich das Rückschlagventil 62 öffnet. Infolgedessen wird mit
15 Hilfe des Kompressors 6 Druckluft aus der Atmosphäre über das Rückschlagventil 62 angesaugt. Die angesaugte Druckluft gelangt ausgehend von dem Kompressor 6 über das Wegeventil 18 in eine oder mehrere der Luftfedern 2a bis 2d (in welche der Luftfedern 2a bis 2d die Druckluft gelangt, hängt davon ab, welche der steuerbaren Wegeventile 24a bis 24d zuvor von der Steuereinheit 36 „durchgeschaltet“ worden sind).

20 Die obigen Ausführungen zeigen, dass die Druckluft direkt aus der Atmosphäre, d. h. ohne dass sie zuvor über den Lufttrockner 5 geführt wird, in eine oder mehrere der Luftfedern 2a bis 2d überführt wird. Dies bedeutet, dass die Druckluft nicht getrocknet worden ist, und somit die Feuchtigkeit in der Luftmenge L der Niveauregelanlage ansteigt. Es wird wie folgt verfahren, um diesen Anstieg auszugleichen: Unmittelbar bevor Druckluft über das
25 Rückschlagventil 62 in die Niveauregelanlage überführt wird, wird die Luftmenge L_1 in der Niveauregelanlage bestimmt. Danach wird Druckluft aus der Atmosphäre über das Rückschlagventil 62 solange direkt in eine oder mehrere der Luftfedern 2a bis 2d überführt, bis das Kraftfahrzeug das sichere Niveau erreicht hat. Nach Abschluss des Anhebevorganges des Kraftfahrzeuges wird die Luftmenge L_2 in der Niveauregelanlage
30 bestimmt und danach wird die Differenzluftmenge $\Delta L = L_1 - L_2$ bestimmt (die Bestimmung der Luftmengen L_1 , L_2 und ΔL erfolgt so, wie es bereits im Zusammenhang

mit der Figur 1 erläutert worden ist). Anhand der Differenzluftmenge ΔL wird eine Spülluftmenge bestimmt, die aus der Atmosphäre über den Lufttrockner 5 in den Druckluftspeicher 4 überführt wird (dies erfolgt so, wie es oben bereits allgemein erläutert worden ist). Die Spülluftmenge wird in dem Lufttrockner 5 getrocknet, so dass sie als trockene Luft in den Druckluftspeicher 4 gelangt. Im Laufe der Zeit vermischt sich in der Niveauregelanlage die in dem Druckluftspeicher 4 befindliche Druckluft mit der in den Luftfedern 2a bis 2d befindlichen Druckluft, so dass die Feuchtigkeit in der gesamten Luftmenge L wieder abnimmt. Die Spülluftmenge, die zuvor in die Niveauregelanlage überführt wird, wird so bemessen, dass nach der Durchmischung die gewünschte Feuchtigkeit in der Luftmenge L zumindest erreicht oder sogar unterschritten wird (hierzu kann in der Steuereinheit 36 der Niveauregelanlage ein Kennfeld abgelegt werden, das für jede berechnete Differenzluftmenge ΔL eine Spülluftmenge vorgibt; gegebenenfalls können mehrere Kennfelder für mehrere Umgebungstemperaturen festgelegt werden, so dass die Bestimmung der notwendigen Spülluftmenge in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur erfolgen kann).

Zur Regeneration des Lufttrockners 5 wird später aus dem Druckluftspeicher 4 über den Lufttrockner 5 und das steuerbare Wegeventil 64 Druckluft in die Atmosphäre abgelassen. Dazu wird von der Steuereinheit 36 das Wegeventil 64 angesteuert, so dass dies von dem in der Figur 5 gezeigten Schaltzustand in den anderen Schaltzustand übergeht. Es wird eine Luftmenge aus dem Druckluftspeicher 4 über den Lufttrockner 5 und das Wegeventil 64 in die Atmosphäre abgelassen, die der Spülluftmenge entspricht. Hierdurch wird der Lufttrockner 5 regeneriert, wobei aus dem Lufttrockner 5 wesentlich mehr Feuchtigkeit in die Atmosphäre überführt wird, als zuvor durch Überführen der Spülluftmenge aus der Atmosphäre in den Druckluftspeicher 4 „eingebracht“ wurde (da zur Regeneration eines Lufttrockners immer nur eine kleinere Menge abgeführt werden muss, als zuvor getrocknet worden ist). Dies bedeutet, dass der Lufttrockner 5 im Hinblick auf die Spülluftmenge „überregeneriert“ wird und bei dem beschriebenen Ablassvorgang auch Luftfeuchtigkeit in die Atmosphäre überführt werden kann, die zuvor evtl. aufgrund anderer Regelvorgänge in der Niveauregelanlage in den Lufttrockner 5 gekommen ist.

Die Spülluftmenge kann in einem einzigen Schritt oder in mehreren Zyklen aus der Atmosphäre über das Rückschlagventil 62, den Kompressor 6, das Wegeventil 18 und den Kompressor 5 in den Druckluftspeicher 4 überführt werden.

- 5 Zusätzlich zu der Spülluftmenge wird eine Luftmenge L_Z aus der Atmosphäre über das Rückschlagventil 62, den Kompressor 6, das Wegeventil 18 und den Lufttrockner 5 in den Druckluftspeicher 4 überführt. Die Luftmenge L_Z ist so bemessen, dass nach Überführen dieser Luftmenge L_Z die gesamte Luftmenge L in der Niveauregelanlage zumindest wieder über der zweiten Untergrenze U_2 liegt (vorzugsweise wird die Luftmenge L_Z so bemessen,
- 10 dass nach Überführen dieser Luftmenge L_Z die gesamte Luftmenge L in der Niveauregelanlage wieder über der ersten Untergrenze U_1 liegt; zur Erinnerung: Es wurde bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel davon ausgegangen, dass sich die Gesamtluftmenge L unterhalb der zweiten Untergrenze U_2 liegt und sich das Kraftfahrzeug unterhalb eines sicheren Niveaus befindet).

Bezugszeichenliste

(Teil der Beschreibung)

5	2a, ..., 2d	Luftfeder
	4	Druckluftspeicher
	5	Lufttrockner
	6	Kompressor
	8	Eingang des Kompressors
10	10	Ausgang des Kompressors
	14	steuerbares Wegeventil
	18	steuerbares Wegeventil
	24a, ..., 24d	steuerbare Wegeventile
	30	Drucksensor
15	34	steuerbares Wegeventil
	36	Steuereinheit
	38	Punkt
	40	Punkt
	42	Pfeil
20	44	Punkt
	46	Punkt
	48	Pfeil
	50	Punkt
	52	Punkt
25	54	Pfeil
	56	Punkt
	58	Punkt
	60	Pfeil
	62	Rückschlagventil
30	64	steuerbares Wegeventil

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein

5 Kraftfahrzeug, die folgende Bestandteile enthält:

- einen Kompressor (6)
- einen Druckluftspeicher (4), der mit Luft aus der Atmosphäre befüllbar und der in die Atmosphäre entleerbar ist,
- mindestens eine Luftfeder (2a,..., 2d), wobei die Luftfeder (2a,..., 2d) über den
- 10 Kompressor (6) mit dem Druckluftspeicher (4) derart in Verbindung steht, dass Druckluft aus der Luftfeder (2a,..., 2d) in den Druckluftspeicher (4) und in die umgekehrte Richtung überführbar ist,
- wobei die Regelung derart erfolgt, dass sich die Luftmenge L innerhalb bestimmter Grenzen befindet ,

15 **dadurch gekennzeichnet**, dass

- zwei Luftmengenintervalle I_1 , I_2 vorgegeben sind, wobei das erste Luftmengenintervall I_1 innerhalb des zweiten Luftmengenintervalles I_2 liegt und das erste Luftmengenintervall I_1 eine erste Obergrenze O_1 und eine erste Untergrenze U_1 und das zweite Luftmengenintervall I_2 eine zweite Obergrenze O_2 und eine
- 20 zweite Untergrenze U_2 hat und
- in jedem Fall eine Regelung der Luftmenge L in das zweite Luftmengenintervall I_2 hinein vorgenommen wird, wenn die Luftmenge L vor der Regelung außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 liegt, und
- unter bestimmten vorgegebenen Voraussetzungen eine Regelung der Luftmenge L
- 25 in das erste Luftmengenintervall I_1 hinein vorgenommen wird, wenn die Luftmenge L vor der Regelung außerhalb des ersten Luftmengenintervalls I_1 und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 liegt.

2. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein

30 Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass die

Luftmenge L außerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 liegt, eine Regelung derart vorgenommen wird, dass die Luftmenge L nach der Regelung

- zwischen der zweiten Untergrenze U_2 und der ersten Untergrenze U_1 liegt, wenn die Luftmenge L vor der Regelung unterhalb der zweiten Untergrenze U_2 gelegen hat, und
- zwischen der zweiten Obergrenze O_2 und der ersten Obergrenze O_1 liegt, wenn die Luftmenge L vor der Regelung oberhalb der zweiten Obergrenze O_2 gelegen hat.

3. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge L außerhalb des ersten Luftmengenintervalls I_1 und innerhalb des zweiten Luftmengenintervalls I_2 liegt, eine Regelung der Luftmenge L in das erste Luftmengenintervall I_1 hinein unter der Voraussetzung vorgenommen wird, dass das Kraftfahrzeug zuvor in Betrieb genommen wurde.

4. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regelung der Luftmenge L in das erste Luftmengenintervall I_1 hinein unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen wird, dass nach der Inbetriebnahme eine bestimmte Zeitspanne verstrichen ist.

5. Verfahren zur Regelung der Luftmenge in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeuges Messungen der Luftmenge L vorgenommen werden und eine Regelung der Luftmenge L in das erste Luftmengenintervall I_1 hinein unter der zusätzlichen Voraussetzung vorgenommen wird, dass sich die gemessene Luftmenge L stabilisiert hat.

6. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge L unterhalb der zweiten Untergrenze U_2 liegt und sich das Niveau des

Kraftfahrzeuges unterhalb eines sicheren Niveaus befindet, zunächst das Kraftfahrzeug in ein sicheres Niveau angehoben wird und danach eine Regelung der Luftmenge L derart erfolgt, dass die Luftmenge L nach der Regelung über der zweiten Untergrenze U_2 liegt.

5

7. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anhebung des Kraftfahrzeuges in ein sicheres Niveau zunächst die in dem Druckluftspeicher (4) vorhandene Druckluft genutzt wird und, falls diese zur Anhebung in das sichere Niveau nicht ausreicht, zur weiteren Anhebung des Kraftfahrzeuges Druckluft aus der Atmosphäre angesaugt wird.

10

8. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass Druckluft aus der Atmosphäre in die Niveauregelanlage überführt wird, wie folgt vorgegangen wird:

15

- die Luftmenge L_1 in der Niveauregelanlage wird bestimmt
- es wird Druckluft aus der Atmosphäre direkt in mindestens eine der Luftfedern (2a,..., 2d) überführt
- danach wird die Luftmenge L_2 in der Niveauregelanlage bestimmt
- die Differenzluftmenge $\Delta L = L_1 - L_2$ wird bestimmt
- anhand der Differenzluftmenge ΔL wird eine Spülluftmenge bestimmt,
- die Spülluftmenge wird aus der Atmosphäre über einen Lufttrockner (5) in den Druckluftspeicher (4) überführt,
- eine der Spülluftmenge entsprechende Luftmenge wird aus dem Druckluftspeicher (4) über den Lufttrockner (5) in die Atmosphäre abgelassen.

20

25

9. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Spülluftmenge einmalig oder in mehreren Zyklen in den Druckluftspeicher (4) überführt wird.

30

10. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass Druckluft aus der Atmosphäre in die Niveauregelanlage überführt wird, wie folgt vorgegangen wird:

- die Luftmenge L_1 in der Niveauregelanlage wird bestimmt
- es wird Druckluft aus der Atmosphäre über einen Lufttrockner (5) in die Niveauregelanlage überführt
- danach wird die Luftmenge L_2 in der Niveauregelanlage bestimmt
- die Differenzluftmenge $\Delta L = L_1 - L_2$ wird bestimmt
- anhand der Differenzluftmenge ΔL wird eine Regenerationsluftmenge bestimmt, die notwendig ist, um den Lufttrockner (5) zu regenerieren
- zumindest die Regenerationsluftmenge wird aus der Atmosphäre über den Lufttrockner (5) in die Niveauregelanlage überführt und zur Regeneration des Lufttrockners (5) über den Lufttrockner wieder in die Atmosphäre abgelassen.

11. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zur Spülluftmenge oder Regenerationsluftmenge eine Luftmenge L_z über den Lufttrockner (5) in den Druckluftspeicher (4) überführt wird, die so bemessen ist, dass nach Überführen dieser Luftmenge L_z die Luftmenge L in der Niveauregelanlage über der zweiten Untergrenze U_2 liegt.

12. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Luftmenge L oberhalb der zweiten Obergrenze O_2 liegt und sich das Niveau des Kraftfahrzeuges oberhalb eines sicheren Niveaus befindet, Druckluft aus den Luftfedern (2a,...,2d) gleichzeitig in den Druckluftspeicher (4) und in die Atmosphäre abgelassen wird.

13. Verfahren zur Regelung der Luftmenge L in einer Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass solange Druckluft aus den Luftfedern (2a,...,2d) abgelassen wird, bis sich das Kraftfahrzeug in einem sicheren Niveau befindet.

5

14. Niveauregelanlage für ein Kraftfahrzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die folgende Bestandteile enthält:

- einen Kompressor (6)
- einen Druckluftspeicher (4), der mit Luft aus der Atmosphäre befüllbar und der in die Atmosphäre entleerbar ist,
- mindestens eine Luftfeder (2a,...,2d), wobei die Luftfeder (2a,...,2d) über den Kompressor (6) mit dem Druckluftspeicher (4) derart in Verbindung steht, dass Druckluft aus der Luftfeder (2a,...,2d) in den Druckluftspeicher (4) und in die umgekehrte Richtung überführbar ist,

10

eine Steuereinheit (36), die eine Regelung der Luftmenge L in der Niveauregelanlage derart vornimmt, dass sich die Luftmenge L innerhalb bestimmter Grenzen befindet,

15

dadurch gekennzeichnet, dass

in der Steuereinheit (36) zwei Luftmengenintervalle I_1 , I_2 vorgegeben sind, wobei das erste Luftmengenintervall I_1 innerhalb des zweiten Luftmengenintervalles I_2 liegt und das erste Luftmengenintervall I_1 eine erste Obergrenze O_1 und eine erste Untergrenze U_1 und das zweite Luftmengenintervall I_2 eine zweite Obergrenze O_2 und eine zweite Untergrenze U_2 hat.

20

25

FIG. 1

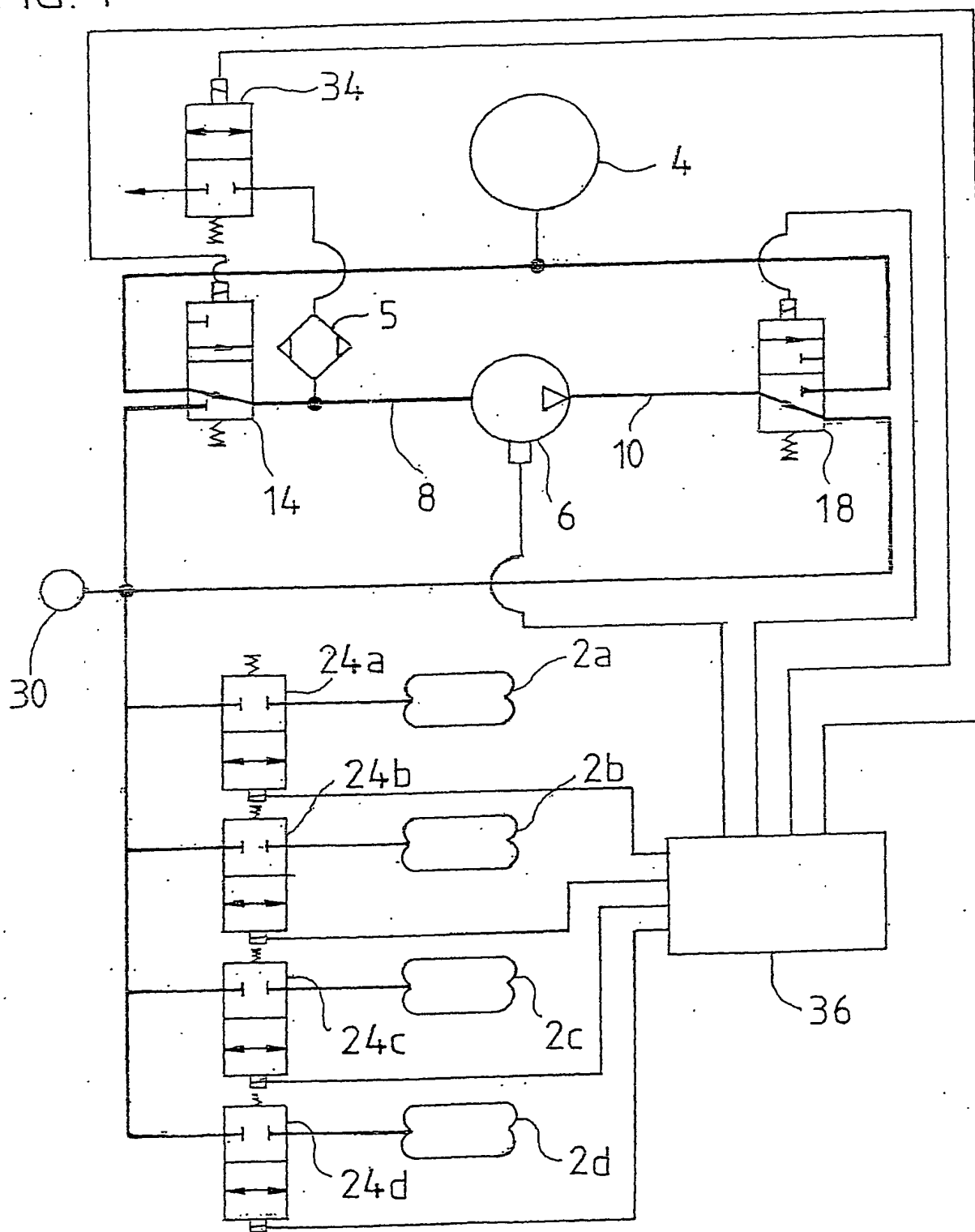


FIG. 2

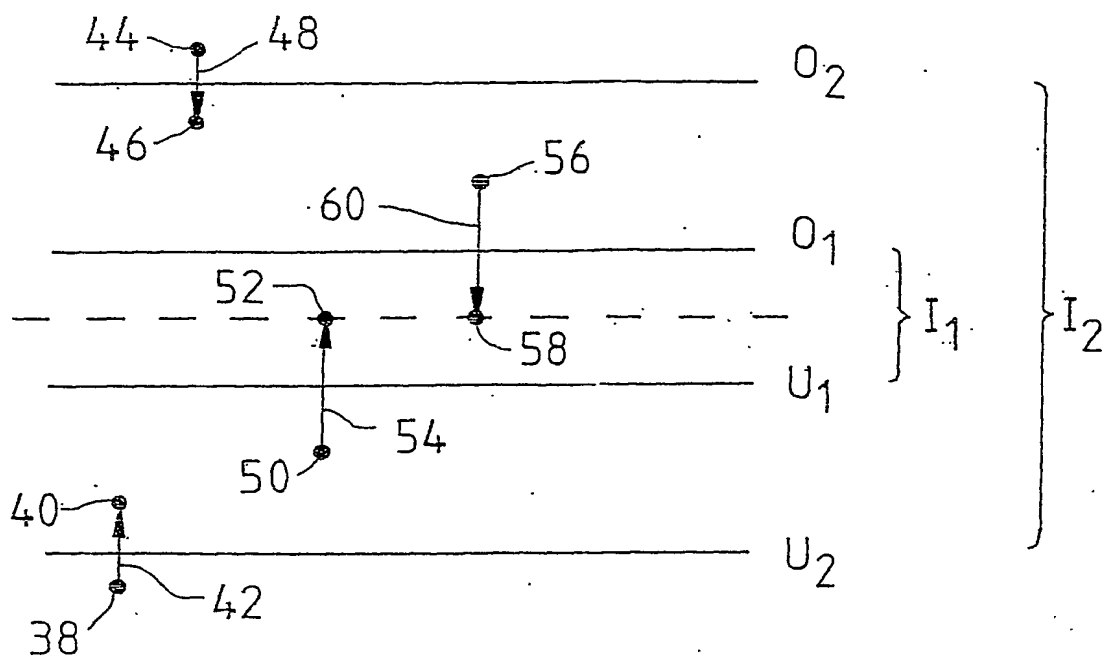


FIG. 3

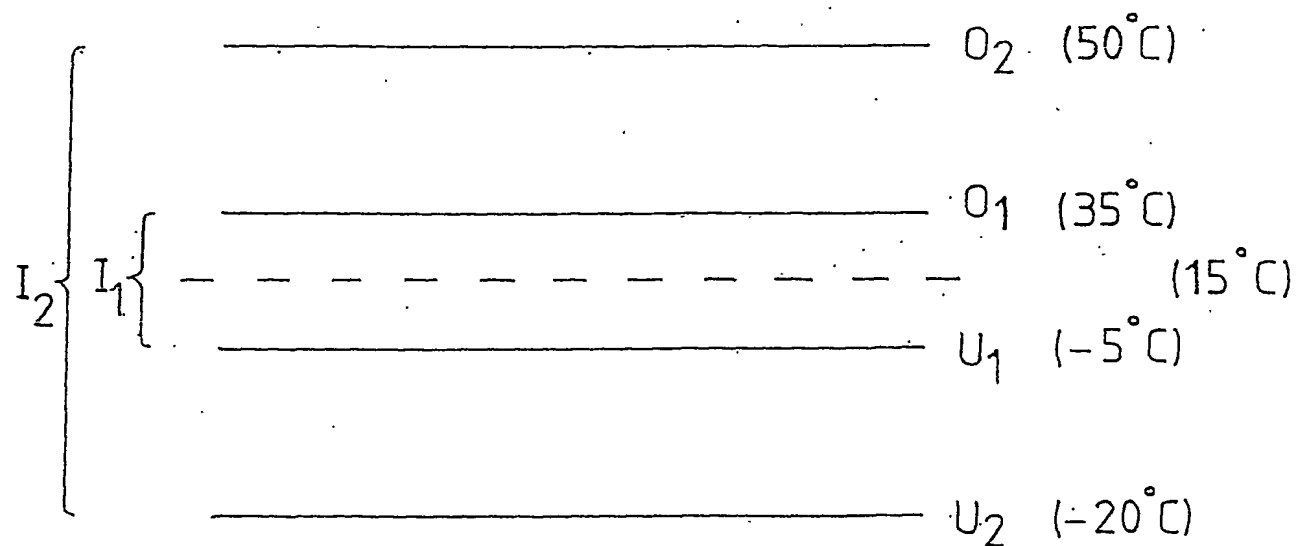


FIG. 4

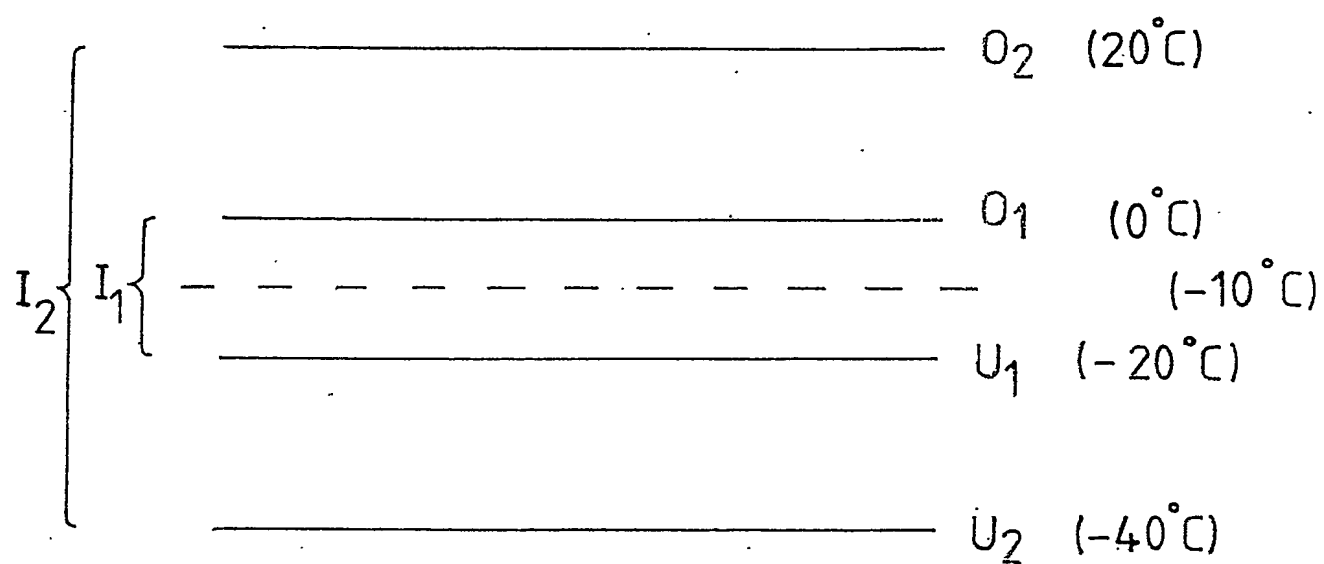
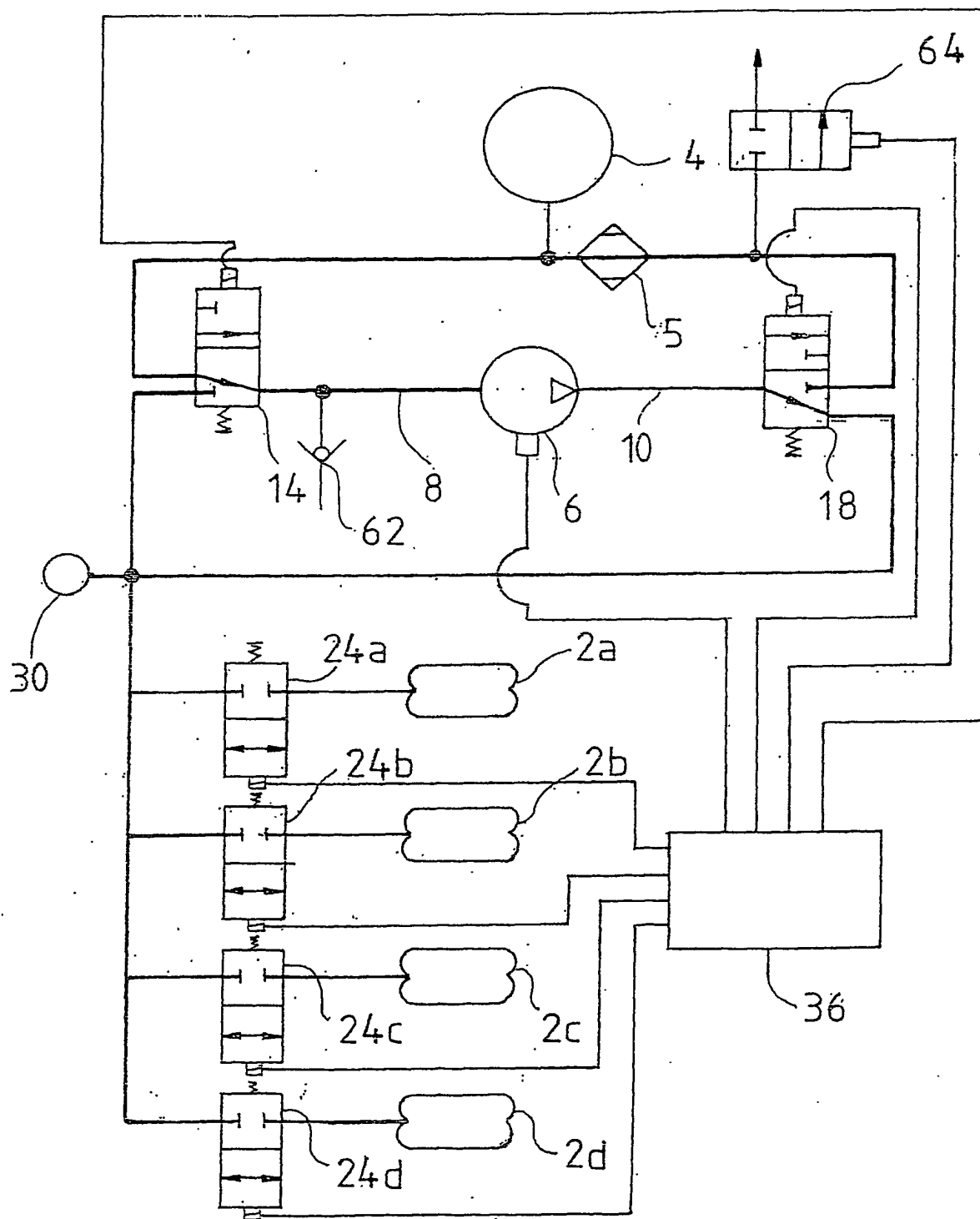


FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/006709

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60G17/052

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 22 567 C (CONTINENTAL AG) 21 November 2002 (2002-11-21) cited in the application abstract; figures 1,2 -----	1-14
A	DE 101 60 972 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 23 January 2003 (2003-01-23) cited in the application abstract; claim 1; figure 1 -----	1-14
A	DE 42 43 577 A (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUG) 23 June 1994 (1994-06-23) claims 1-4; figures 1,2 -----	1-14
A	US 4 836 511 A (BUMA SHUUICHI ET AL) 6 June 1989 (1989-06-06) claim 1; figure 1 ----- -/-	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

2 December 2004

Date of mailing of the International search report

08/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bolte, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/006709

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 59 556 C (CONTINENTAL AG) 14 December 2000 (2000-12-14) claim 1; figures 1,2 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/006709

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10122567	C	21-11-2002	DE 10122567 C1 EP 1256466 A2 JP 2003054236 A US 2002166321 A1	21-11-2002 13-11-2002 26-02-2003 14-11-2002
DE 10160972	C	23-01-2003	DE 10160972 C1 US 2003107191 A1	23-01-2003 12-06-2003
DE 4243577	A	23-06-1994	DE 4243577 A1 SE 509065 C2 SE 9303575 A US 5499845 A	23-06-1994 30-11-1998 23-06-1994 19-03-1996
US 4836511	A	06-06-1989	JP 6049447 Y2 JP 63155709 U	14-12-1994 13-10-1988
DE 19959556	C	14-12-2000	DE 19959556 C1 DE 50001945 D1 EP 1106402 A2 ES 2197053 T3 JP 2001206037 A US 2001004443 A1	14-12-2000 05-06-2003 13-06-2001 01-01-2004 31-07-2001 21-06-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60G17/052

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 22 567 C (CONTINENTAL AG) 21. November 2002 (2002-11-21) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1-14
A	DE 101 60 972 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 23. Januar 2003 (2003-01-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1	1-14
A	DE 42 43 577 A (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUG) 23. Juni 1994 (1994-06-23) Ansprüche 1-4; Abbildungen 1,2	1-14
A	US 4 836 511 A (BUMA SHUICHI ET AL) 6. Juni 1989 (1989-06-06) Anspruch 1; Abbildung 1	1-14
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Dezember 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bolte, U

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 59 556 C (CONTINENTAL AG) 14. Dezember 2000 (2000-12-14) Anspruch 1; Abbildungen 1,2 -----	1-14

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/006709

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10122567 C	21-11-2002	DE 10122567 C1	21-11-2002
		EP 1256466 A2	13-11-2002
		JP 2003054236 A	26-02-2003
		US 2002166321 A1	14-11-2002
DE 10160972 C	23-01-2003	DE 10160972 C1	23-01-2003
		US 2003107191 A1	12-06-2003
DE 4243577 A	23-06-1994	DE 4243577 A1	23-06-1994
		SE 509065 C2	30-11-1998
		SE 9303575 A	23-06-1994
		US 5499845 A	19-03-1996
US 4836511 A	06-06-1989	JP 6049447 Y2	14-12-1994
		JP 63155709 U	13-10-1988
DE 19959556 C	14-12-2000	DE 19959556 C1	14-12-2000
		DE 50001945 D1	05-06-2003
		EP 1106402 A2	13-06-2001
		ES 2197053 T3	01-01-2004
		JP 2001206037 A	31-07-2001
		US 2001004443 A1	21-06-2001

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ ~~BLACK BORDERS~~
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.